

Instituto Politécnico do Porto

CASOS CLÍNICOS E EVIDÊNCIA
EM
CUIDADOS INTENSIVOS PEDIÁTRICOS

Relatório de Estágio
Mestrado em Fisioterapia Cardio-Respiratória

Vânia Santos Silva

Orientador: Dra. Milagros García López

Porto 2010

ÍNDICE

- RESUMO.....	1
- INTRODUÇÃO.....	2
- REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	4
- Importância do desmame precoce.....	4
- Critérios clínicos gerais para iniciar desmame.....	5
- Protocolos de desmame ventilatório em pediatria.....	6
- Falha do desmame.....	8
- Vantagens da VNI.....	13
- CASOS CLÍNICOS.....	14
1. Papel da VNI na extubação precoce em pacientes com falha na PRE.....	14
2. Papel da VNI na prevenção da IRA pós-extubação (VNI electiva).....	18
2.1 Pós-cirurgia cardíaca, fraqueza muscular, desnutrição.....	19
2.2 Lesão vértebro-medular.....	22
3. Outras causas de IRA pós-extubação.....	28
3.1 Estenose da via aérea superior.....	28
3.2 Obstrução fixa.....	29
4. Mobilização de secreções em pacientes com tosse ineficaz e risco de IRA frequentes.....	32
- DISCUSSÃO.....	36
- Importância do Fisioterapeuta na Unidade de Cuidados Intensivos.....	36
- BIBLIOGRAFIA.....	38
- ANEXOS.....	42

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

VM – ventilação mecânica

VMI – ventilação mecânica invasiva

VNI – ventilação não invasiva

UCI – unidade de cuidados intensivos

UCIP – unidade de cuidados intensivos
pediátricos

SIMV – ventilação mandatória intermitente
sincronizada

PS – pressão de suporte

VC – volume controlado

PC – pressão controlada

IPAP – pressão inspiratória positiva na via aérea

EPAP – pressão expiratória positiva na via
aérea

PEEP – pressão positiva no final da expiração

TET – tubo endotraqueal

ECG – escala de coma de glasgow

VA – via aérea

PRE – prova de respiração espontânea

FR – frequência respiratória

FiO2 – fracção inspirada de oxigénio

PaO2 – pressão arterial de oxigénio

PaCO2 – pressão arterial de dióxido de carbono

SpO2 – saturação periférica de oxigénio

Pimáx – pressão inspiratória máxima

Pemáx – pressão expiratória máxima

TCE – traumatismo craneoencefálico

LVM – lesão vértebro-medular

RSBI – rapid shallow breathing index

CROP – compliance torácica, frequência
respiratória, PaO2 e Pimax

ARDS – síndrome de distress respiratório agudo

CV – capacidade vital

CRF – capacidade residual funcional

PRISM III – Pediatric Risk of mortality

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1. Requisitos clínicos para a extubação.....	5
Quadro 2. Requisitos de suporte ventilatório para a extubação.....	5
Quadro 3. Causas de fracasso na extubação.....	10
Quadro 4. Critérios de extubação para pacientes dependentes de ventilação impossíveis de extubar.....	24

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Efeitos da VNI pós-extubação em contexto de cirurgia cardíaca.....	21
Tabela 2. Efeitos da VNI pós-extubação em paciente com lesão vétebro-medular cervical.....	27

Resumo

O relatório final do Mestrado em Fisioterapia Córdio-Respiratória aqui apresentado tem como principal objectivo a revisão e discussão da mais recente evidência em Fisioterapia Córdio-Respiratória aplicada aos cuidados intensivos pediátricos, relacionada com alguns casos clínicos observados no decorrer do estágio.

Os casos clínicos foram seleccionados de acordo com o seu enquadramento no tema do projecto de estágio.

Será apresentada uma breve revisão bibliográfica relacionada com a ventilação mecânica em geral, sendo depois diferenciada em modalidade invasiva e não invasiva, com as implicações inerentes a cada uma.

Foram descritos os protocolos de desmame mais comuns na realidade destas unidades e, finalmente, o papel da ventilação não invasiva neste processo, de três formas distintas: na extubação precoce, na extubação electiva, e no resgate após falha na extubação.

Será ainda apresentado um caso que reflecte uma estratégia específica de intervenção em fisioterapia como alternativa eficaz na alta hospitalar precoce.

Finalmente será discutido o papel e a importância do Fisioterapeuta nas unidades de cuidados intensivos como parte integrante da equipa, tendo em conta a realidade vivida durante o estágio e recomendações científicas actuais.

INTRODUÇÃO

A ventilação mecânica (VM) consiste na utilização de diversos meios e técnicas no sentido de mobilizar fluxos de ar nas vias aéreas. (Bach and Gonçalves 2006)

Esta pode ser efectuada através de dispositivos que geram uma pressão negativa extra-torácica, ou através da imposição directa de uma pressão positiva na via aérea.

O tipo de ventilação mais usado actualmente é a ventilação por pressão positiva intermitente (VPPI). Esta pode ser fornecida de uma forma invasiva, ou seja, através de um dispositivo em contacto directo com a via aérea a um nível infra-glótico (tubo endotraqueal ou cânula de traqueostomia) ou de forma não invasiva, através de uma interface supra-glótica (nasal, facial, peça bucal, helmet, tubo nasofaríngeo).

Assume um papel fulcral ao melhorar as trocas gasosas e diminuir o trabalho respiratório, ao permitir uma correcta expansão pulmonar e limpeza de secreções, e ainda ao diminuir o consumo de O₂ sistémico e miocárdico. Possui ainda um papel fundamental no controlo da PaCO₂ na hipertensão intracraniana, em caso de necessidade de sedação profunda ou relaxamento muscular, e ainda no caso de intoxicação por cianeto ou monóxido de carbono. (Orive 2009)

O uso da VM associada a um tubo endotraqueal (TET) está indicado em casos nos quais se verifica falta de protecção da via aérea, como acontece na ausência de reflexos protectores (Escala de Coma de Glasgow (ECG)<8) ou em caso de obstrução da via aérea (VA) (laringite, epiglote, inalação de fumo, queimadura da via aérea, hemorragia digestiva alta). (Orive 2009)

A ventilação não invasiva refere-se a uma forma de ventilação mecânica através de técnicas que não necessitam de uma via aérea endotraqueal. (Mehta 2001)

Há algumas décadas atrás, a primeira forma de ventilação não invasiva por pressão negativa era o “pulmão de aço”. Nos anos 80, após a introdução da pressão positiva através da máscara nasal para o tratamento da apneia do sono, este modo ventilatório tornou-se a primeira escolha no tratamento de pacientes com insuficiência respiratória

crónica. Mais recentemente, a ventilação não invasiva por pressão positiva foi sendo cada vez mais aceite como indicação também em contexto agudo. (Mehta 2001)

Ao longo dos tempos foram surgidos diversos estudos randomizados controlados que demonstraram uma diminuição nas taxas de intubação, da morbilidade e da mortalidade. Desta forma, a ventilação não invasiva por pressão positiva é actualmente considerada o modo ventilatório de eleição na insuficiência respiratória aguda em pacientes seleccionados, como acontece nas exacerbações de doença pulmonar obstrutiva crónica (DPOC), edema pulmonar agudo, no desmame da ventilação invasiva, no pós-operatório de pacientes com alto risco de complicações pulmonares. (Mehta 2001)

Também existe consenso relativamente à sua utilidade na falha respiratória crónica, nomeadamente em pacientes com patologia neuromuscular, deformidades torácicas, hipoventilação central e pacientes com DPOC severamente hipercápnicos. (Mehta 2001)

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A ventilação mecânica (VM) através de um tubo endotraqueal é uma intervenção “life-saving”, instituída sobretudo para ganhar tempo e permitir a recuperação da disfunção subjacente à falência respiratória.

Uma vez que se trata de uma intervenção de “apoio” e pode estar associada a efeitos colaterais indesejáveis e complicações que colocam a vida em risco, a ventilação mecânica deve ser interrompida logo que possível. (Newth et al 2009) (Ferrer M et al 2003)

Importância do desmame precoce

Apesar de a ventilação mecânica invasiva (VMI) ser uma intervenção “life-saving”, encontra-se muitas vezes associada a algumas complicações. Os tubos endotraqueais são desconfortáveis para o paciente e aumentam a necessidade de sedativos. Podem ainda estar associados a lesões na via aérea superior, principalmente quando os pacientes são crianças e mantêm os movimentos espontâneos. (Newth et al 2009)

A ventilação invasiva prolongada está associada a uma maior incidência de pneumonia nosocomial, maior fraqueza muscular pelo tempo de imobilização e, quando em modo controlado, a uma maior disfunção diafragmática. (Newth et al 2009) (Ferrer M et al 2003) (Vassilakopoulos and Petrof) (Yang L et al 2002)

Tudo isto irá complicar um futuro desmame, que levará a um prolongamento do tempo de intubação, tornando-se assim num ciclo vicioso. Desta forma, todas as medidas para reduzir o período de desmame serão uma mais-valia.

Podemos, então concluir que é importante que a VMI seja retirada logo que possível.

CrITÉrios clÍnicos gerais para iniciar desmame em pediatria

A decisão de iniciar o processo de desmame passa pela avaliao de vários parâmetros clÍnicos e ventilatórios descritos nos quadros abaixo. (Ferrer M et al 2003) (Girault C et al 1999) (Orive 2009) (MacIntyre et al 2001)

Quadro 1. Requisitos clÍnicos para a extubao

- resoluo do processo que motivou a ventilao mecânica
- estabilidade hemodinâmica
- nÍvel de consciência adequado que garanta o esforço respiratório necessário e a correcta proteco das vias aéreas (reflexo de tosse e de vômito)
- força muscular suficiente
- ausência de hemorragia activa e/ou anemia significativa
- ausência de sinais clÍnicos de sepsis e de sÍndrome febril não controlado

Quadro 2. Requisitos de suporte ventilatório para a extubao

- SpO₂ > 90% com FiO₂ < 50% ou relao PaO₂/FiO₂ > 200 (excepto em cardiopatias cianosantes)
- PEEP = 5 cmH₂O
- Pressão pico < 30 cmH₂O
- PaCO₂ < 45 mmHg (na ausência de insuficiência respiratória crnica)

Idealmente, o paciente deverá estar desperto e colaborante previamente  extubao. No entanto, sobretudo com pacientes pediátricos, é impossÍvel manter a criança intubada, desperta e colaborante. Desta forma, na maioria das vezes com os lactentes, ocorre uma situao de “tudo ou nada”, ou seja, ou se seda profundamente o paciente ou se procede a extubao sem poder avaliar pormenorizadamente o estado de consciência (estando todos os outros parâmetros garantidamente salvaguardados). (Orive 2009)

Este paradigma também se aplica aos casos de traumatismo craneoenceflico (TCE). O critério fundamental do ponto de vista neurológico para intubar estes pacientes é um

estado de consciência com um Glasgow <8, mas não é necessário (e muitas vezes nem possível) esperar que recuperem para um Glasgow >8 para proceder a extubação, uma vez que os TCE graves que ficam com sequelas severas recuperam os mecanismos necessários para manter uma ventilação espontânea (reflexo de tosse, de vômito e estímulo respiratório) muito antes de que se produza uma recuperação neurológica em termos de estado de consciência e conexão ambiental. (Orive 2009)

Cumpridos os requisitos clínicos e ventilatórios base é, então, iniciado o processo de desmame.

Protocolos de Desmame Ventilatório em Pediatria

Após indicação de o paciente se encontrar estável do ponto de vista clínico para iniciar o desmame, existem diferentes formas de abordagem para iniciar este processo.

A abordagem mais comum para o desmame em lactentes e crianças é a redução gradual do suporte ventilatório até uma pressão de suporte (PS) mínima (de 6-8 cmH₂O) (Farias et al 2001), ao contrário dos adultos nos quais a abordagem mais frequente é a realização de provas de respiração espontânea (com PS mínima ou peça em T). (Brochard et al 1994) (ARDSN 2000) (Newth et al 2005)

Na unidade onde foi efectuado o estudo, é frequentemente usada a ventilação mandatória intermitente sincronizada (SIMV), associando um modo controlado (VC ou PC) a um assistido (PS), numa fase inicial em que o paciente se encontra sedado.

O principio deste modo ventilatório é garantir um certo número de ciclos respiratórios, permitindo também que o paciente tenha os seus ciclos espontâneos. Assim, pode ser usado para fornecer todo o suporte ventilatório necessário (estabelecendo uma FR e volume corrente de acordo com as necessidades para a idade) ou pode apenas estabelecer-se um número mínimo de ciclos para assegurar a ventilação mínima e “encorajar” o paciente a respirar espontaneamente, fornecendo também um suporte aos ciclos espontâneos do paciente.

No fundo, alterna entre ciclos totalmente controlados e ciclos espontâneos/suportados. (Orive 2009)

Cumpridos os critérios clínicos para iniciar desmame (ver **tabelas 1 e 2**), é iniciada a diminuição do suporte ventilatório consoante a resposta do paciente.

A evolução da capacidade respiratória do paciente é observada através da redução progressiva da frequência respiratória (até parâmetros considerados normais para a idade), volume corrente, fracção inspirada de oxigénio ($FiO_2 < 50\%$) e da PEEP (até 5 cmH₂O). (Randolph et al 2002) (Orive 2009)

Em pediatria, muitas vezes o paciente é mantido em SIMV até ser possível reduzir a FR mandatória para valores mínimos e apresentar mantendo um volume/minuto adequado.

Quando se opta por fazer o desmame com PS, o processo de desmame em pediatria pode seguir, mais frequentemente, dois caminhos diferentes: ou se vai reduzindo a pressão de suporte gradualmente até valores mínimos que apenas compensem o trabalho respiratório acrescido pelo do tubo endotraqueal e circuito (PS de 6-8 cmH₂O), ou faz-se uma PRE.

No protocolo com PRE é recomendado que quando o paciente tolera uma PS de 16 cmH₂O com PEEP= 5 cmH₂O durante 2 horas, com uma $SpO_2 \geq 95\%$, $PaCO_2 \leq 45$ mmHg e uma frequência respiratória (FR) adequada a idade, é efectuada uma prova de respiração espontânea. (ver anexo protocolo) (Randolph et al 2002)

Esta é geralmente uma prova com peça em T ou com PS mínima (6 a 8 cmH₂O), apenas para “anular” a resistência do TET e do circuito extreno e interno do ventilador. (Orive 2009) Tem sido demonstrado em vários estudos que nenhum dos métodos é superior. (Farias et al 2001)

A duração recomendada para a prova é de 30 a 120 minutos, sendo que a literatura refere que a maioria dos pacientes que vão falhar a prova pode ser identificada nos primeiros 30 a 60 segundos. (Randolph et al 2002)

Apesar de o protocolo com PRE pretender acelerar o processo desmame, identificando mais precocemente o momento ideal para a extubação, o processo mais usado em pediatria continua a ser o primeiro descrito (PSV), não se tratando de um verdadeiro protocolo em si, mas sendo resultado da decisão médica individual.

As vantagens do protocolo de desmame com pressão de suporte em relação à prova com peça em T são o facto de não necessitar de material auxiliar (a prova é efectuada com o mesmo circuito e ventilador que o paciente já possui) e o suporte inspiratório compensar o trabalho respiratório imposto pela resistência do tubo endotraqueal e circuito. (Orive 2009)

Tem como inconvenientes a possibilidade de mascarar uma disfunção frénica e não ser possível prever o trabalho respiratório que o tubo impõe a cada paciente, já que o ajuste da PS é efectuado segundo recomendações gerais e não especificamente para cada paciente. (Orive 2009)

A existência de um protocolo com um teste diário sistemático da capacidade do paciente tolerar um período de respiração espontânea utilizando alguns preditores funcionais reduz significativamente o tempo de ventilação mecânica e a taxa de reintubação. Mas apesar dos protocolos de desmame resultarem numa extubação mais precoce e com melhores resultados nos adultos, os dados são ainda pouco claros no que se refere às crianças. (Newth et al 2009)

È importante realçar que nem todos os pacientes devem passar por todas as fases do processo. Em determinados casos é possível passar do suporte total quase directamente para a extubação, como os pacientes que recebem suporte ventilatório durante umas horas no pós-operatório de uma cirurgia maior sem complicações ou outros casos de patologia aguda ventilados durante um período curto. A retirada lenta e gradual da ventilação mecânica aplica-se a casos de patologia aguda muito grave, patologia aguda cronicada e/ou suporte ventilatório muito prolongado.

Falha do desmame

Alguns de pacientes falha repetidamente as tentativas de respiração espontânea, apresentando um desmame difícil. Isto ocorre especialmente em pacientes com alterações respiratórias crónicas e insuficiência respiratória aguda grave.

Apesar de se seguir uma metodologia cuidadosa na retirada da ventilação mecânica e na avaliação prévia, pode ainda assim ocorrer falha na extubação.

Os factores de riscos para a falha na extubação mais específicos em a pediatria são idade inferior a 24 meses, alterações ou síndromes genéticos, alterações respiratórias crónicas, condições neurológicas crónicas, e a necessidade de recolocar o tubo endotraqueal na admissão seja qual for o motivo. (Kurachek et al 2003)

Diversos autores apontam determinados parâmetros identificáveis como índices preditivos de sucesso ou falha no desmame. Entre eles destacam-se o volume minuto, a pressão inspiratória máxima (Pimax), o “Rapid Shallow Breathing Index” (RSBI), e o CROP (compliance torácica, frequência respiratória, PaO₂ e Pimax).

No entanto, alguns autores concluíram que os índices preditivos de extubação considerados para os adultos não devem ser extrapolados para as crianças. (Newth et al 2009) (el-Khatib et al 1996) (Khan et al 1996) (Thiagarajan et al)

A maioria das causas de falha pode levantar alguns indícios durante uma avaliação prévia à extubação. O quadro abaixo pretende descrever algumas alterações que nos poderão alertar para um fracasso na extubação.

Quadro 3. Causas de fracasso na extubação

Alterações neuromusculares

- diminuição da força muscular, malnutrição, atrofia, corticóides ou paralizantes
- paralisia frénica, cirurgia torácica
- efeito residual de fármacos sedantes
- polineuropatia secundária a falha multiorgânica
- mielopatia secundária a “status asmático”
- afectação do centro respiratório: neurocirurgia da fossa posterior, trauma
- depressão respiratória por alcalose metabólica

Insuficiência respiratória residual

- fibrose pulmonar pós distress respiratório agudo (ARDS)

Insuficiência cardíaca esquerda (lactente)

- alterações na contractilidade
- defeitos residuais pós cirurgia cardíaca
- fistulas sistémico-pulmonares com fluxo excessivo

Ansiedade/dor

Atelectasias

Requerimentos ventilatórios elevados

- febre
- acidose metabólica

A falha na extubação, encontra-se associada a uma maior duração de ventilação mecânica (>15 dias), uma vez que irá resultar numa maior fraqueza muscular (“miopatia dos cuidados intensivos”) pelo tempo de imobilização prolongado e, quando em modo controlado, resultará mesmo em disfunção diafragmática. (Newth e tal 2005)

(Ferrer M et al 2003) (Vassilakopoulos and Petrof) (Yang L et al 2002) (Fontela et al 2005)
Desta forma, o paciente não será capaz de recrutar a carga muscular respiratória necessária para a manutenção da ventilação espontânea pós-extubação.

A necessidade de sedação é outro factor frequentemente descrito como possível causa de um desmame difícil. A literatura sugere que a sedação excessiva (> 10 dias) pode inibir/diminuir a capacidade da “drive” respiratória central activar/desencadear o esforço inspiratório necessário. (Newth et al 2009) (Fontela et al 2005)

No entanto, este facto é controverso na literatura, uma vez que outros estudos questionam o facto de esta ter uma acção directa na “drive”, considerando que esta alteração resulta antes do excesso de carga acrescida dos músculos.

A anestesia geral resulta no aumento fisiológico do trabalho respiratório, devido à obstrução parcial das vias aéreas superiores (pela depressão do músculo genioglosso e outros músculos dilatadores faríngeos), aumento da resistência viscoelástica dos tecidos (aumento do trabalho contra resistência), e diminuição da capacidade residual funcional, resultando na diminuição da compliance torácica e pulmonar (aumento da resistência elástica), e/ou do calibre das vias aéreas.

Este efeito de relaxamento dos músculos faríngeos poderá ter repercussões mais graves em crianças (devido ao já estreito calibre destas vias). (Keidan et al 2000)

O efeito da diminuição da capacidade residual funcional (CRF) sob anestesia é também mais proeminente nas crianças devido à menor força de retracção elástica do tórax (expansão do tórax) em comparação com a recolha elástica dos pulmões (retracção do tórax). (Motoyama 1996) (Keidan et al 2000)

O uso de um PEEP de 5 cmH₂O em lactentes e crianças até aos 6 anos sob anestesia demonstrou ser suficiente para restaurar a CRF. (Keidan et al 2000)

Desta forma, podemos concluir que não deverá ser considerado para extubação para ventilação espontânea um paciente que ainda não tenha feito um desmame da sedoanalgesia, uma vez que a sedação implica um aumento da carga respiratória (devido às alterações fisiológicas que provoca) para o qual o paciente poderá não estar ainda preparado.

Por outro lado, a falta de sedação pode deixar a criança agitada, levando-a a efectuar movimentos que podem resultar em traumatismos da via aérea superior pelo tubo endotraqueal. Estes traumatismos devem ser visto como um enorme risco já que podem resultar na formação de focos de obstrução da VA superior, sendo esta uma das causas mais comuns de fracasso na extubação em crianças. (Orive 2009) (Kurachek et al 2003)

Um determinante major da falha no desmame é uma carga excessiva dos músculos respiratórios após a desconexão do ventilador. (Ferrer M et al 2003) Este factor será ainda mais significativo nas crianças, cujo grau de maturação dos músculos respiratórios acessórios é menor, apresentando menor percentagem de fibras tipo I, logo terão menor resistência à fadiga. Consequentemente, irá haver uma sobrecarga a nível do diafragma, o qual por sua vez poderá estar afectado pela fraqueza induzida pela ventilação mecânica controlada prolongada. (Newth et al 2009)

Apesar de um desmame rápido e extubação serem um objectivo importante, uma extubação precoce também poderá ser fatal. (Newth et al 2009)

Estudos realizados em adultos demonstraram que a extubação prematura pode ser problemática, resultando numa reintubação de emergência com consequentes complicações, incluindo um aumento potencial da morbilidade. (Esteban et al 1997) Tanto em crianças como nos adultos têm sido documentadas maiores taxas de mortalidade em pacientes reintubados após falha na extubação. Este risco aumentado em pacientes reintubados pode dever-se tanto a dificuldades que ocorrem durante a reintubação, como a complicações relacionadas com a VMI, tal como a pneumonia nosocomial. (Newth et al 2009) (Ferrer M et al 2003) (Kurachek et al 2003)

O melhor momento para a extubação deve ser cuidadosamente avaliado segundo os sinais de alerta aqui referidos, tendo em conta que o melhor indicador prognóstico do êxito da extubação é a avaliação clínica do esforço respiratório. (Orive 2009)

Podemos concluir que tanto o desmame prematuro como uma extubação prolongada aumentam a morbilidade, mortalidade e os custos hospitalares. O “timing” do início do desmame e da extubação torna-se assim de extrema importância e estes são factores ainda não muito claros em pediatria na literatura existente. (Newth et al 2009)

Vantagens da VNI

A VNI permite aumentar a ventilação alveolar sem as complicações de um tubo endotraqueal e reduzindo o trabalho respiratório. A diferença de pressão entre o IPAP e o EPAP dá suporte ao trabalho inspiratório aumentando o volume corrente e o EPAP previne o colapso alveolar e das vias aéreas durante a expiração, melhorando a oxigenação e prevenindo a reinalação de CO₂. (Reddy et al 2004)

Esta é uma técnica já descrita como eficaz em vários estudos nos adultos, tendo sido aplicada em pacientes críticos e com sucesso na falência respiratória aguda no sentido de evitar a intubação, melhorar as trocas gasosas e prevenir atelectasias. (Fortenberry et al 1995) (Ferrer M et al 2003) (Bach et al 2010)

A aplicação pediátrica da VNI tem-se focado sobretudo em pacientes com falha respiratória crónica.

No entanto, continua a ser escassa a literatura relativamente ao uso da VNI no desmame ventilatório em pediatria. Niranjana e Bach já descreveram a eficácia da VNI pós-extubação como alternativa à traqueostomia em crianças com Distrofia Muscular de Duchenne (DMD) e Amiotrofia Muscular Espinhal (AME) que necessitaram de suporte ventilatório. (Niranjana and Bach 1998) (Bach et al 2000)

Na criança em fase crónica, a interface nasal é a mais frequentemente usada, uma vez que permite um acesso mais fácil para limpeza de secreções e tosse, maior conforto do paciente, permitindo ainda que a criança fale e faça alimentação oral. No entanto, estas não são eficientes em respiradores orais ou em certos casos em que se verificam fugas orais durante a noite. Nestes casos e na insuficiência respiratória aguda (IRA), a máscara facial será mais indicada. (Reddy et al 2004)

Os efeitos colaterais específicos relacionados com o uso da VNI incluem lesões da pele sobretudo no dorso do nariz, secura nasal (circuito sem humidificação), conjuntivite, fugas, distensão gástrica e aspiração do conteúdo gástrico. (Reddy et al 2004)

1. Papel da VNI na Extubação Precoce em Pacientes com Falha na PRE

Papel da VNI no desmame precoce

Um desmame difícil implica, em última instância, recorrer a traqueostomia. Tendo em conta que a traqueostomia nas crianças tem sido associada com uma enorme taxa de complicações, aumentando a morbilidade e mortalidade, esta deve ser apenas considerada quando se trata da derradeira solução, após termos explorado todas as outras formas de combate à IRA pós-extubação. (Donnelly et al 1996)

Uma vez que os pacientes com insucesso no desmame desenvolvem um padrão respiratório rápido e superficial, a capacidade da VNI melhorar a hipoxemia e a hipercapnia, corrigindo o padrão respiratório, pode explicar os benefícios da VNI nestes pacientes. (ICCICM 2001)

Apesar de tanto a ventilação invasiva como a não invasiva serem eficazes na redução do esforço respiratório e na melhoria das trocas gasosas nos pacientes que falham a prova da peça em T, a VNI resulta em maior conforto para o paciente. Assim, além de permitir uma assistência ventilatória eficaz, elimina os riscos associados à intubação endotraqueal/traqueostomia. (Gay 2009) (Girou et al 2000) Consequentemente, a extubação precoce seguida de VNI imediata pode ser uma alternativa eficaz e segura às técnicas de desmame convencionais em pacientes estáveis que falham a primeira prova de peça em T, e assim quebrar o ciclo vicioso da falha no desmame.

Sendo a VNI eficaz na redução do período de ventilação invasiva em pacientes com falha persistente no desmame e, consequentemente, na diminuição da incidência de infecções nosocomiais adquiridas, este modo ventilatório trará importantes benefícios na diminuição da morbilidade e mortalidade e, consequentemente, no tempo de permanência numa unidade de cuidados intensivos (UCI) e no hospital, diminuindo os custos em cuidados de saúde.

Esta utilização promissora da VNI na diminuição do tempo de desmame e no evitar reintubação encontra-se já de certa forma explorada no adulto, apesar de serem estudos recentes e de ainda serem necessários mais para que sejam definidos mais

claramente os casos na qual a VNI trará benefícios. (Ferrer M et al 2003) (Girault et al 1999) (Bach and Saporito 1996) No entanto, esta questão ainda não foi explorada da mesma forma em crianças, nas quais estas dificuldades no desmame também acontecem.

Objectivo do estudo

Conhecidos os riscos e complicações associadas à ventilação mecânica invasiva prolongada, pretendemos com este estudo avaliar a eficácia da extubação precoce para VNI em crianças com falha no desmame ventilatório, comparando com um protocolo de desmame convencional.

Desenho de estudo

Foi realizado um estudo randomizado controlado prospectivo, com uma amostra constituída por pacientes da Unidade de Cuidados Intensivos Pediátricos (UCIP) do Hospital Universitário de São João, do Porto.

Amostra

Foram elegíveis para este estudo pacientes sob ventilação mecânica invasiva através de um tubo endotraqueal há mais de 24h, (Ferrer e tal 2003) com critérios para iniciar desmame ventilatório, sendo eles: resolução do processo que motivou a ventilação mecânica, estabilidade hemodinâmica, nível de consciência adequado que garanta o esforço respiratório necessário e a correcta protecção das vias aéreas (reflexo de tosse), ausência de hemorragia activa e/ou anemia significativa, ausência de sinais clínicos de sepsis e síndrome febril controlado, saturação de hemoglobina > 90% com $FiO_2 \leq 50\%$ e $PaO_2/FiO_2 \geq 175$ (excepto em cardiopatias cianosantes), $PEEP = 5$ cmH₂O, pressão pico <20 cm H₂O e $PaCO_2 < 45$ mmHg (na ausência de insuficiência respiratória crónica). (Ferrer M et al 2003) (Girault et al 1999) (Orive 2009)

A exclusão de pacientes intubados há menos de 24h deve-se à noção comum de vários estudos de que não há relação entre duração da VM e falha na extubação para um período tão curto. (Newth et al 2009)

Destes, apenas foram elegíveis os que falharam a primeira prova de ventilação espontânea e não apresentaram critérios para extubação electiva para VNI.

Foi considerado o protocolo de desmame segundo a realização de uma PRE (**Anexo A**) uma vez que, apesar de não ser o mais frequentemente usado nas unidades pediátricas, trata-se de um protocolo que pretende acelerar o processo de desmame (objectivo que está em acordo com o do nosso estudo) e não se baseia na opinião médica individual, mas em parâmetros objectivos que nos permitirão retirar conclusões mais objectivas relativamente aos resultados do estudo.

Foram considerados sinais de falha na prova: sudorese, adejo nasal, aumento do esforço respiratório, taquicardia, bradicardia, arritmias cardíacas, variação de 20% da tensão arterial, apneia, pH menor que 7.32, paragem cardio-respiratória, agitação psicomotora sem possibilidade de controlo por sedação, incapacidade persistente para remover secreções respiratórias e perda do estado de alerta. (Ferrer M et al 2003) (Girault et al 1999) (Bach and Saporito 1996) (Orive 2009)

Foram excluídos pacientes com trauma ou cirurgia facial ou craniana, dificuldade de intubação, alteração da função glótica, cirurgia gástrica ou esofágica recente, traqueostomia, sangramento gastrointestinal superior activo. (Ferrer M et al 2003) (Girault et al 1999) (Bach and Saporito 1996)

Reunidos todos os critérios para inclusão no estudo após falha na PRE, os pacientes foram randomizados através de um programa de computador que gerou a sequência para (1) extubação para VNI e (2) voltar aos valores de pressão de suporte anteriores até atingir o nível para nova PRE (protocolo convencional). Esta sequência foi transferida para um sistema de envelopes brancos opacos selados.

Foi disponibilizada na UCIP a descrição de ambos os protocolos (VNI e convencional) e uma check list com os critérios de inclusão e exclusão no estudo e critérios de desmame, juntamente com uma folha de registo para os parâmetros relevantes para o estudo. (**Anexo B**)

Ética

O estudo passou pela aprovação da comissão de ética do Hospital Universitário de São João do Porto, e foi solicitado aos responsáveis pelos participantes um

consentimento informado por escrito. Tudo isto foi realizado tendo em conta os padrões éticos da Declaração de Helsínquia (1983).

Procedimentos

O desmame foi iniciado segundo os critérios descritos no protocolo e foi efectuada uma prova de respiração espontânea com pressão de suporte de 8 cmH₂O e um PEEP de 5 cmH₂O. Se não se verificassem sinais de falha nesta prova durante 60 minutos, os pacientes eram extubados e não eram elegíveis para o estudo. Caso falhassem a primeira prova, os pacientes eram distribuídos aleatoriamente por dois grupos: um grupo no qual eram extubados para VNI (grupo desmame com VNI) e outro no qual continuaram a ser feitas provas com pressão de suporte (grupo desmame convencional). (Ferrer M et al 2003) (Orive 2009)

A falha na extubação foi definida no caso de reintubação durante 72 horas após a extubação. (Ferrer M et al 2003) Caso não tenha ocorrido reintubação durante este período, foi considerado um desmame com sucesso.

Foram registados para posterior avaliação os seguintes parâmetros: FiO₂, gasometria, SpO₂, frequência respiratória, frequência cardíaca, parâmetros ventilatórios pré-extubação, evolução dos parâmetros da ventilação invasiva, pediatric risk of mortality score (PRISM) III, tempo de ventilação mecânica total, tempo de ventilação invasiva, dias de internamento, taxa de reintubação e mortalidade. (ver **anexo B**)

Durante o período de estágio nenhum dos pacientes reuniu os critérios necessários para inclusão no estudo. No entanto, este é um estudo que continuará em curso nesta unidade.

2. Papel da VNI na Prevenção da IRA pós-extubação (VNI Electiva)

O comprometimento dos músculos respiratórios pode condicionar o fracasso da retirada da ventilação mecânica, tanto por esgotamento respiratório como por incapacidade para eliminar as secreções bronquiais (tosse débil).

Nestes pacientes, as consecutivas falhas nas provas de respiração espontânea (durante o desmame) ou IRA após extubação (por incapacidade de eliminar secreções) resultam frequentemente na realização de traqueostomia. São, a maioria das vezes, considerados pacientes impossíveis de extubar, cuja sobrevivência depende da realização de traqueostomia.

Os riscos mais comuns da traqueostomia incluem as desconexões ou decanulações acidentais, obstrução da cânula ou via aérea por rolhões de muco, traqueomalácia, estenose traqueal, hemorragia, granuloma e formação de crostas que levam a dificuldades nas trocas do tubo, e colonização Gram-negativa crônica com bronquite purulenta. (Bach and Alba 1990)

Em pediatria devemos ainda ter em conta que a traqueostomia pode comprometer a capacidade de falar, uma vez que não existem cânulas fenestradas pequenas, e em fases precoces pode alterar o próprio desenvolvimento desta função.

São, portanto, pacientes sujeitos a infecções recorrentes (traqueostomia é uma porta aberta para contaminações) e lesões das VA que aumentam a morbilidade e possibilidade de obstrução por rolhões, aumentando assim o risco de vida

A VNI terá um papel fundamental nos pacientes com fraqueza muscular, ao corrigir o padrão respiratório e melhorar a hipoxemia e a hipercapnia, resultantes do padrão respiratório rápido e superficial desenvolvido por fadiga respiratória após o desmame. (ICCICM 2001)

O recurso a VNI (segundo alguns critérios) em detrimento da traqueostomia aumenta a qualidade de vida das crianças e dos pais, diminuindo significativamente as taxas de infecção, pneumonias e hospitalizações, potencia o desmame ventilatório e facilita o regresso a casa.

Os benefícios da VNI incluem diminuição da morbimortalidade, diminuição do tempo de hospitalização. (Bach et al 2010)

2.1. Pós-cirurgia cardíaca, fraqueza muscular, desnutrição

As alterações da função respiratória são uma das complicações mais significativas na sequência de cirurgia cardíaca, sobretudo pela diminuição do volume pulmonar consequente à menor expansibilidade torácica por dor e fraqueza muscular (quer pela secção muscular, lesão do nervo frénico, quer pelo período de imobilização e anestesia). (Patman et al 2001)

Estas alterações pós-cirurgia irão afectar tanto a capacidade inspiratória como a tosse eficaz, verificando-se a acumulação de grandes quantidades de secreções. (Patman et al 2001)

As crianças e recém-nascidos têm uma maior predisposição para falha respiratória pós cirurgia devido ao pobre desenvolvimento dos músculos intercostais, uma elevada compliance da parede torácica e uma ventilação colateral alveolar pouco desenvolvida.

Nos pacientes pediátricos com cardiopatias congénitas, acresce considerar o estado clínico previamente à cirurgia, tratando-se normalmente de pacientes com uma má evolução estado-ponderal. Dependendo da gravidade, qualquer actividade que exija um consumo energético para além do basal representa um excesso de carga imposta a nível cardíaco, que o paciente tem dificuldade em compensar, entrando em fadiga.

Nestes pacientes, o objectivo da VNI pós-extubação será dar um suporte para que o paciente não seja submetido a um aumento súbito da carga ventilatória, evitando a fadiga e sobrecarga do sistema cardiorespiratório.

Caso clínico

Criança com 3 anos, sexo masculino, com prolapso da válvula mitral e insuficiência mitral. Apresenta má evolução estado-ponderal grave (10 kg) e desnutrição. Foi internado por descompensação de insuficiência cardíaca, insuficiência mitral severa e hipertensão pulmonar severa. Admitido quatro dias depois no SCIP por insuficiência respiratória com necessidade de ventilação invasiva em contexto de agravamento da insuficiência cardíaca.

Foi transferido para o serviço de cirurgia cardiotorácica, tendo sido submetido a valvuloplastia da válvula mitral. No pós-operatório imediato apresentou baixo débito cardíaco com dessaturação importante, sendo objectivada depressão grave da função biventricular e insuficiência mitral mínima.

Foi transferido para o SCIP a 27/07/2010 para continuação de cuidados.

À admissão encontrava-se em ventilação mecânica (VM), bem adaptado, com ventilador Servo i em modo SIMV (VC+PS) com os seguintes parâmetros: Vt 80 mL; FR 25 cmp; FiO2 0,6; PEEP 5; Ti 0,7 seg; PIP 12 (PS 7). Manteve-se em VM modo SIMV (VC +PS) durante 7 dias, tendo depois alterado o modo ventilatório para PS (parâmetros máximos PS 14; PEEP 5; FR 30-35 cpm; FiO2 0,6). Durante o período que permaneceu em PS verificou-se a presença de muitas secreções, pelo que foi feito cough assist pelo TET, o que possibilitou a redução do FiO2 até 0,21.

Após 7 dias em PS e quando manteve FiO2 de 0,21, foi extubado electivamente para VNI uma vez que se trata de um paciente a recuperar de um pós-operatório de cirurgia cardíaca, desnutrido e vulnerável a fadiga por qualquer esforço. Uma vez que a extubação poderia implicar uma grande sobrecarga ventilatória, optou-se por uma passagem intermédia para VNI pós-extubação.

A extubação foi feita sem intercorrências e com boa adaptação imediata, tendo o paciente sido adaptado ao ventilador Vision com humidificação activa, interface facial (uma vez que se trata de um contexto agudo), modo BiPAP S/T com os parâmetros máximos: IPAP 14; EPAP 6; FiO2 0,21.

À data de alta o paciente encontrava-se em ventilação espontânea e sem sinais de dificuldade respiratória, com boa saturação de oxigénio em ar ambiente. Manteve apenas VNI nocturna com VIVO 40 modo PS com IPAP 14; EPAP 6; FR resgate 12, FiO2 0,21.

Tabela 1. Efeitos da VNI pós-extubação em contexto de cirurgia cardíaca

DADOS	PRÉ-VNI	VNI – 1h	VNI – 2h	VNI – 6h	VNI – 12h
FiO2 (%)	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21
Sat O2	100	100	99	99	100
FR	20	24	16	20	18
FC	108	113	118	99	115
TcCO2	30	-	-	-	-
IPAP	PIP 14	14	14	14	14
EPAP	PEEP 5	6	6	6	6
Tipo Gases (A/V)	A	A	A	-	V
pH	7,50	7,48	7,48		7,44
pO2 (mmHg)	80,5	91,8	95,8		98,9
pCO2 (mmHg)	31,6	30,3	31,1		35,9

2.2. Lesão vértebro-medular

A maioria dos pacientes com lesão vértebro-medular (LVM) que necessitam de suporte ventilatório é submetida a uma traqueostomia durante a fase aguda de hospitalização. (Mansel and Norman 1990) Apesar da melhoria e avanços no tratamento deste tipo de lesões, as taxas de reinternamento permanecem elevadas e associadas a complicações respiratórias. (Cardenas et al 2004)

As LVM cervicais podem ser separadas em lesão cervical alta (C1 e C2) e média/baixa (C3 a C8) As primeiras resultam em paralisia quase total dos músculos respiratórios, enquanto o segundo tipo resulta em função expiratória limitada, sendo que as lesões entre C3 a C5 provocam também algum comprometimento na inspiração. (Mansel and Norman 1990)

O diafragma é innervado a nível de C3, C4, C5. Desta forma, lesões acima de C3 provocam paralisia dos músculos respiratórios quase total. A innervação dos músculos expiratórios situa-se abaixo de C8. Assim, podemos concluir que todas as lesões cervicais provocam uma limitação na função expiratória e que lesões entre C3 a C5 provocam compromisso inspiratório significativo.

No entanto, estes pacientes podem manter alguma função expiratória. Isto pode ser explicado uma vez que quando a origem da lesão é traumática, a secção medular é mais irregular, não é geralmente completa e ainda pela participação da porção clavicular do grande peitoral na expiração activa (C5, C6, C7). Após a LVM as CV estarão seriamente comprometidas, bem como as pressões expiratórias e inspiratórias máximas (P_{emáx.} e P_{imáx.}), com uma redução mais acentuada das primeiras. (Mansel and Norman 1990)

Os pacientes com LVM cervical são candidatos perfeitos a ventilação não invasiva, uma vez que são normalmente sujeitos jovens e com estado cognitivo e músculos bulbares intactos. (Bach and Alba 1990)

Dependendo do nível de lesão, irão necessitar de ajudas ventilatórias na inspiração (através de ventilação por pressão positiva intermitente – VPPI) e ajudas para conseguirem produzir fluxos de tosse superiores a 160 L/min (air-stacking + tosse manualmente assistida) ou outras formas de eliminar as secreções eficazmente (tosse assistida mecanicamente). (Bach and Alba 1990)

Métodos de ventilação não invasiva como VPPI por peça bucal ou via máscara nasal são capazes de manter uma ventilação alveolar adequada em pacientes tetraplégicos, incluindo pacientes com pouco ou nenhum VC mensurável.

O uso de peça bucal facilita a fala, a alimentação oral, o conforto, a respiração glossofaríngea, elimina os riscos de úlceras de pressão e permite o air-stacking para manter a compliance pulmonar, diminuir atelectasias e facilitar a tosse manualmente assistida. (Bach et al 2010)

É recomendado que, durante os primeiros dias pós-extubação, seja medida a CV em todos os pacientes com LVM aguda. Se surgirem sinais ou sintomas falha respiratória iminente, ou a CV diminuir para 1500 mL, o paciente deve ser colocado com monitorização contínua de oximetria e treinado para o uso de insuflações máximas e tosse manualmente ou mecanicamente assistida, para eliminar secreções e manter SpO2 acima de 95%. (Bach and Alba 1990)

A chave para prevenir atelectasias, pneumonias e a mortalidade associada às mesmas, é uma higiene brônquica intensiva, atenta e agressiva. (Mansel and Norman 1990) (Bach et al 2010)

Outra vantagem da tosse mecanicamente assistida é o facto de assegurar a remoção de secreções das vias aéreas à esquerda, muitas vezes negligenciadas através da aspiração invasiva convencional. (Bach et al 2010)

Estes pacientes deixam, assim, de ser considerados impossíveis de extubar, devendo ser considerados os seguintes critérios de extubação propostos por Bach JR, Gonçalves MR et al:

Quadro 4. Critérios de extubação para pacientes dependentes de ventilação impossíveis de extubar (adaptado de Bach e tal 2010) (Bach et al 2010)

- apirético e com número normal de leucócitos (ausência de sinais de sépsis)
- idade ≥ 4 anos
- sem tolerância de ventilação espontânea com pressão de suporte de 7 cmH₂O em ar ambiente devido a patologia neuromuscular ou miopatia dos cuidados intensivos
- capacidade vital $< 20\%$ do normal
- PaCO₂ ≤ 40 mm Hg com pressões inspiratórias pico < 35 cm H₂O em modo assitido/controlado com uma frequência de 10-13 cpm
- SpO₂ $\geq 95\%$ durante 12 horas ou mais e mar ambiente
- todas as dessaturações abaixo de 95% revertidas por tosse mecanicamente assitada e aspiração através to TET
- paciente totalmente alerta e colaborante, sem sedação
- alterações radiográficas do tórax ausentes ou em regressão
- fugas de ar através da via aérea superior suficientes para vocalização por desinsuflação do cuff.

Caso clínico

Paciente com 17 anos, sexo masculino, previamente saudável.

Acidente ao mergulhar no mar, tendo sido assistido no local pelo INEM que objectivou tetraplegia alta com sensibilidade a nível mamilar, não tendo o paciente qualquer evidência de afogamento. Foi intubado e ventilado para transporte até ao hospital de Faro e de seguida helitransportado para o hospital de Santa Maria (HSM).

Foi diagnosticado traumatismo vértebro-medular ASIA A, nível motor C5 à esquerda e C4 à direita, nível sensitivo T2 bilateralmente, com reflexos osteo-tendinosos (ROT) bicipital, estiloradial, rotuliano e aquiliano não despertáveis, e reflexo cutâneo-plantar com esboço de extensão bilateralmente. Foi identificado um quadro motor de tetraplegia flácida sem evolução favorável durante o internamento.

Durante o internamento no HSM foi ventilado com volume controlado regulado por pressão (VCPR) e apresentava necessidade de aspiração frequente de secreções esbranquiçadas da orofaringe e do tubo endotraqueal.

Foi transferido para o Hospital de São João (HSJ) sete dias após o acidente. Durante o transporte iniciou hipertermia persistente, polipneia e desadaptação ao ventilador.

À chegada ao HSJ iniciou ventilação mecânica no ventilador servo-i, em modo SIMV (PC + PS) com os parâmetros: Ppico 26, Pmédia 19, PEEP 7 (PS = 19), FR 15 cpm, Tin 0,8, FiO2 0,45, com um TET nº8 a 24 cm da comissura labial.

Uma vez estabilizado a nível hemodinâmico, foi retirada gradualmente a sedação ao 3º dia. Passou ao modo ventilatório por pressão de suporte com os seguintes parâmetros:

Ppico 18; Pmédia 11; PEEP 7; Fr 17; PS 11; FiO2 0,3, com SpO2 > 96% e CO2 Et 26;

Quando atingiu os parâmetros de Ppico 14; PEEP 6 (PS = 8) FiO2 0,3 e SpO2 mantida acima de 95% (ao sétimo dia), foi diminuído o FiO2 para 0,21 e feito cough assist até manter as saturações acima de 95% com este nível de FiO2.

Após manter estes parâmetros durante cerca de 2 horas, foi extubado para VNI (BiPAP Vision, IPAP 16, EPAP 8, FR backup 10, FiO2 25%) com máscara facial, passando 1 hora depois para prongas nasais, com boa adaptação. Inicialmente foi mantido FiO2 0,3 uma vez que o paciente ainda se encontrava a fazer antibioterapia na sequência de uma pneumonia nosocomial, apresentava muitas secreções e cansaço pelo cough assist intensivo. Três horas após a extubação foi diminuído o FiO2 para 0,21 e o paciente manteve-se estável.

Desta forma, mantiveram-se as prongas nasais durante o dia e máscara facial durante a noite.

Manteve indicação para cough assist sempre que SpO2 <95%.

No dia seguinte a extubação, manteve-se a necessidade de cough assist insistentemente, consoante a saturação do paciente, tendo a ausculta pulmonar revelado diminuição dos sons respiratórios à esquerda. Para além do cough assist foi colocado em decúbito lateral direito para maior expansão do pulmão esquerdo. Foi aumentado o IPAP para 18, com EPAP 7 (PS de 11) para recrutar pulmão esquerdo. Após estes procedimentos, foi verificada uma melhoria na auscultação pulmonar.

No mesmo dia passou para o ventilador elysée, modo volumétrico (ACV) e peça bucal, com os seguintes parâmetros: Vt 1000 ml; PEEP 6; FR 14 cpm; Trigger 3; FiO2 0,21. Verificou-se muito boa adaptação, tendo iniciado treino de hiperinsuflação (“air stacking”) com peça bucal.

Nos dias seguintes verificou-se cada vez menor necessidade de fazer cough assist, uma vez que apresentava menos secreções que o próprio facilmente mobilizava através de air-stacking com a peça bucal. Foi iniciado o ensino de hiperinsuflação com ambú à mãe.

Foi efectuada uma avaliação da capacidade respiratória através da medição da capacidade vital e PCF, tendo sido registados os seguintes valores:

PCF(voluntário) = 100 l/min
PCF(ambú+compressão abdominal) = 220 l/min
CV = 1,5 L

No dia seguinte foi efectuada nova avaliação com os seguintes resultados:

PCF(voluntário) = 180 L/min
PCF (ambú+compressão abdominal) = 260 l/min
CV = 2 L

Desta forma, verificou-se que o paciente possuía uma tosse eficaz com ambú (hiperinsuflação + compressão abdominal), pelo que deixa de ser necessário o recurso ao cough assist (apenas em caso de cansaço extremo do paciente ou incapacidade de remover as secreções através da técnica descrita). Estes valores demonstram ainda indicação para manter ventilação apenas durante a noite (vai reduzindo a peça bucal durante o dia, consoante a oximetria e gasimetria apresentadas).

Tabela 2. Efeitos da VNI pós-extubação em paciente com lesão vétébro-medular cervical

DADOS	PRÉ-VNI	VNI – 1h	VNI – 2h	VNI – 6h	VNI – 12h	VNI – 24h
FiO2 (%)	0,21	0,3	0,25	0,21	0,21	0,21
Sat O2	96%	(93) 97	95	93	94	97
FR	17	17	16	16	17	15
FC	69	67	63	69	70	66
IPAP	PIP 14	16	16	16	16	14 (Vt 1000)
EPAP	PEEP 6	8	7	7	7	6
Tipo Gases (A/V)	A	A		A	A	A
pH	7,5	7,45		7,47	7,46	7,47
pO2 (mmHg)	94,6	90,4		66,5	72,8	86
pCO2 (mmHg)	31,1	33,9		31,9	35,1	33,4

À data de alta manteve-se durante o dia em ventilação espontânea, air-stacking (3 vezes ao dia, 15 repetições), FiO2 0,21, SpO2 95% e durante a noite em VNI com Elysee modo ACV e prongas nasais, com os seguintes parâmetros: Vt 1300 mL; PEEP 7, FR 14; I:E 1:1,7.

3. Outras causas de IRA pós-extubação (falha na extubação)

Apesar de existirem causas de falha possíveis de despistadas mediante avaliação prévia à extubação, existem algumas situações que resultam em IRA pós-extubação difíceis de prever.

O aparecimento de obstrução alta das VA (por “*croup*” inflamatório ou por lesões estabelecidas como estenose ou granuloma) ou por obstrução das vias aéreas baixas (por traqueobroncomalacia, compressão vascular ou broncospasmo), são uma das causas mais frequentes de fracasso na extubação em crianças, e não se manifestam até ao momento de retirada do TET. (Orive 2009) (Kurachek et al 2003)

Desta forma, deverá antecipar-se o possível aparecimento de croup pós-extubação mediante a avaliação de alguns factores de risco como antecedentes de intubação complicada, reintubações prévias, tubo endotraqueal grande, deslocações repetidas do tubo, pressão de pneumotamponamento excessivamente alta ou presença de infecção laringo-traqueal. É ainda de notar que esta é uma situação frequente nas crianças, sobretudo quando apresentam doses baixas de sedação, havendo uma tendência natural para ficarem mais agitadas com o desconforto do tubo, provocando deslocamentos do mesmo e dando origem a traumatismos da VA. Em alguns casos são efectuados corticóides sistémicos para prevenir o aparecimento de croup pós-extubação. (Orive 2009) (Kurachek et al 2003)

3.1. Estenose da via aérea superior

Adolescente, sexo feminino, 17 anos de idade, sem antecedentes pessoais de relevo, vítima de acidente de viação. Apresentava politraumatismos (TCE, trauma torácico, facial – maxilar e órbita - e dos membros) e ECG 8 no local. Foi sedada e entubada com TET nº 7,5 com cuff, com procedimento difícil por apresentar hemorragia abundante na via aérea.

No pós-operatório apresentava-se sob ventilação mecânica em modo SIMV (VC +PS), com os seguintes parâmetros ventilatórios finais: VC 360 ml; FR 18 cpm; P 25/10/6; FiO2 0,30; Tin 0,9; I/E 1:2.

Após apresentar estabilidade hemodinâmica e controlo das PIC foi feita a passagem para o modo ventilatório PS (P 18/9/6; PS 12; com FR 22)

Foi feita uma tentativa de extubação ao 6º dia. Após retirada do tubo verificou-se uma dispneia acentuada, com tiragem intercostal, aumento da frequência respiratória e estridor. À auscultação verificou-se diminuição dos ruídos respiratórios. Foi efectuada nebulização com broncodilatadores, corticóide endovenoso e iniciada VNI de resgate enquanto se tentava reverter o quadro de insuficiência respiratória aguda. Uma vez que a paciente não apresentou qualquer alteração no quadro de dispneia, foi decidida a reintubação.

Após laringoscopia directa (no acto da intubação) foi verificada a presença de tamponamento na hipofaringe. Após remoção do tamponamento, a mucosa faríngea e a epiglote ficaram com aspecto friável com hemorragia activa (“toalha”).

Desta forma, a causa do insucesso na extubação foi obstrução fixa das vias aéreas superiores, o que justifica também a incapacidade da VNI reverter o quadro de IRA pós-extubação.

Foi extubada para ventilação espontânea ao 8º dia, após observação por ORL, com sucesso.

3.2. Obstrução fixa

Criança de 16 meses, sem antecedentes patológicos conhecidos, transferido do centro hospitalar do Vale do Ave – Guimarães, por insuficiência respiratória aguda e miocardiopatia dilatada, por miocardite (positividade a Parvovírus B19, EBV e VHS6).

Foi intubado por agravamento súbito da dificuldade respiratória e depressão do estado de consciência, com **TET nº5**, com cuff, localizado a 17 cm da comissura labial. Após intubação apresentou paragem cardíaca, tendo sido reanimado com recuperação do ritmo sinusal (4 minutos, 2 ciclos SAV).

Foi transferido para o SCIP do hospital de São João onde se encontrava ventilado através de TET, sedoanalgesiado e curarizado.

Encontrava-se sob ventilação mecânica com Servo i, modo SIMV (VC +PS) com os seguintes parâmetros finais: VC 90 ml; P 17/8/6; FiO2 0,30; PEEP 6; PS 14; FR 16; Tin 0,6 s; Tpausa 0,2 s.

De seguida, passou ao modo pressão de suporte com os seguintes parâmetros: PS 12; P 17/8/5, FiO2 0,25, com FR de 25.

Ao 14º dia, após resolução da condição que motivou a falência respiratória, estabilidade do paciente e dos parâmetros ventilatórios, foi efectuada a extubação. No entanto, imediatamente após a mesma, verificou-se aumento muito acentuado do trabalho respiratório, padrão paradoxal grave e presença de roncos durante todos os ciclos respiratórios. Uma vez que se tratava de um paciente que apresentava frequentemente quadros de secreções abundantes, foram tentadas algumas manobras de expiração forçada na tentativa de despistar secreções altas e foi ainda iniciada VNI de resgate. Não se verificou mobilização de secreções e a VNI não teve efeito na melhoria dos parâmetros e padrão respiratório, pelo que se concluiu que se tratava de uma obstrução alta fixa (posteriormente confirmada por ORL). Foi reintubado (com os mesmos parâmetros anteriores) e iniciou corticoterapia endovenosa com metilprednisolona.

No dia seguinte ocorreu uma extubação accidental com episódio de estridor e dificuldade respiratória grave, tendo sido reintubado com TET 4,5 sem cuff. Concomitantemente, verificou-se um episódio de dessaturação e bradicardia sinusal, com necessidade de compressões torácicas externas (1 minuto), sem necessidade de adrenalina.

Foi extubado para ventilação espontânea e sem intercorrências ao 19º dia.

À data de alta apresentava-se em ventilação espontânea e sem necessidade de oxigénio suplementar, corticoterapia em esquema de desmame e ainda ligeira obstrução das VA superiores. Ficou agendada laringotraqueostomia e optimização da terapêutica médica anti-inflamatória.

GSA (data de alta)

pH 7,49; pCO2 35,7; p=2 112,7; HCO3 26,9; BE 3,7; lactato 1,09.

Re-internamento:

Voltou a ser transferido para o SCIP uma vez que se verificou agravamento progressivo do estridor, com disfonia e sinais de dificuldade respiratória (estridor marcado, tiragem global, palidez, e hipersudorese). Foi intubado com TET 4,5 sem cuff e manteve VM durante 48h. Após este período fez laringotraqueoscopia que revelou a presença de granuloma da comissura posterior com estreitamento do lúmen glótico e estenose traqueal grau I/II de Cotton a 2 cm das cordas vocais. Foi removido o granuloma e foi extubado, mas cerca de 15 minutos depois ficou com dificuldade respiratória alta pelo que efectuou traqueotomia. No pós-operatório imediato ficou em VM durante 24 horas (modo SIMV (VC+PS), Vt 100 ml; P 16/12/5; PS 13; FiO2 0,21; com uma FR 18 cpm), após o que manteve ventilação espontânea, sem sinais de dificuldade respiratória e sem necessidade de oxigénio suplementar.

Foi mais tarde realizada fibroscopia na qual se verificou diminuição do edema das estriuturas glóticas, sem agravamento do granuloma. Foram retirados os pontos e substituída a cânula. Tem indicação para ser reavaliado por ORL.

Segundo alguns estudos, esta é uma situação frequente nas extubações em pediatria. Esta situação específica poderá ser explicada pelo diâmetro do TET colocado, que seria relativamente grande para a idade do paciente, tendo provocado traumatismos na VA superior, que levaram à formação de um granuloma.

4. Mobilização de Secreções em Pacientes com Tosse Ineficaz e Risco de IRA frequentes

As alterações respiratórias na criança com paralisia cerebral surgem quer pelas alterações do tônus muscular, que levam a deformidade torácicas e consequentemente a alterações na função dos músculos respiratórios, quer por possíveis alterações nos mecanismos de tosse eficaz.

Estas crianças apresentam uma desvantagem na inspiração, uma vez que as costelas se encontram numa posição mais horizontal relativamente ao normal, factor que limita habilidade de expandir o diâmetro do tórax tanto na direcção antero-posterior como na lateral. Por outro lado, não apresentam o tônus muscular necessário para fixar a caixa torácica, pelo que as fibras do diafragma, adquirem uma função paradoxal (provocam uma depressão do esterno durante a inspiração). A falta de expansão torácica em conjunto com a depressão do esterno resulta em volumes correntes muito baixos.

Tendo em conta que uma tosse eficaz implica uma inspiração de cerca de 85-90% da capacidade pulmonar total, uma função glótica que não se encontre comprometida para que haja o encerramento da glote e se gere uma pressão simultânea com a contracção dos músculos expiratórios, é possível concluir que estes pacientes terão vários impedimentos para uma tosse eficaz. (Bach et al 2006)

Estes factores resultam em um risco aumentado de infecções respiratórias.

A aspiração das vias aéreas por sonda é a técnica de higiene brônquica mais usada nestes pacientes pouco ou nada colaborantes. No entanto, quando usada via nariz, boca, tudo endotraqueal ou traqueostomia, esta falha na aspiração do pulmão esquerdo cerca de 90% das vezes devido à orientação das vias aéreas, resultando na localização à esquerda de 80% das pneumonias. A in-exsuflação mecânica fornece os mesmo fluxos de exsuflação em ambos os pulmões sem o desconforto ou trauma das vias aéreas provocado pela sonda de aspiração e de uma forma mais efectiva que a aspiração tradicional. (Bach and Gonçalves 2006)

A sua utilidade em pacientes intubados hipersecretivos é, portanto, evidente.

Esta técnica de desobstrução das vias aéreas pode ser aplicada em crianças melhorando o seu conforto, diminuindo a fadiga respiratória, diminuindo o risco de infecções e de trauma das vias aéreas.

Ao promover uma adequada higiene brônquica, possibilita a recuperação pulmonar mais rápida de processos infecciosos, permitindo uma extubação precoce.

A in-exsuflação mecânica pode ser eficaz também nestes pacientes, mesmo quando em ventilação espontânea. Apesar de não conseguirem cooperar com ordens simples, é possível que o cuidador sincronize a entrada de ar com a sua respiração espontânea e que estes não impeçam a entrada de ar pelo fecho da glote.

Desta forma, poderá ser uma alternativa mais eficaz para estes pacientes em relação à aspiração por sonda, tanto em contexto agudo (no qual apresentam secreções abundantes), como em contexto domiciliário, de forma a prevenir re-internamentos.

Segundo as guidelines da “American Medical Association” o apoio domiciliário deve ser a primeira opção, preferencialmente ao internamento hospitalar, departamentos de emergência ou lares, sempre que as necessidades de cuidados possam ser seguramente prestadas em casa.

São vários os procedimentos com elevado nível de cuidados que podem ser prestados no domicílio, como os estudos do sono, avaliação da função pulmonar, reabilitação pulmonar no doente crónico e durante agudizações, entre outras, com resultados equivalentes ou melhores do que em contexto hospitalar (pelo ambiente com menor risco de infecção, menos hostil e mais calmo) e com menores custos.

Vários estudos têm demonstrado vantagens a nível de custos a favor do apoio domiciliário quando comparados com os gastos obtidos em contexto agudo, sub-agudo e prolongado. (Bach JR et al 1992) (Coast et al 1998)

O envolvimento da família no processo do tratamento é de extrema importância, para que percebam quais são os objectivos, quais os comportamentos esperados e quais os sinais de alerta, de forma a detectarem qualquer situação de intercorrência e saberem como actuar no seu dia-a-dia no domicílio.

Caso clínico

Adolescente do sexo feminino, com 17 anos, com antecedentes pessoais de paralisia cerebral (tetraparésia espástica marcada), epilepsia e cifoescoliose. Foi admitida no serviço de urgência do Hospital de Barcelos por quadro de febre, tosse e dificuldade respiratória com cerca de 24h de evolução. Cerca de 1 semana antes do internamento terá tido infecção respiratória, tendo sido medicada. Por agravamento clínico, apesar da terapêutica instituída, foi intubada e transferida para o SCIP do Hospital de São João para continuação de cuidados.

Manteve-se em sedoanalgesia com midazolan e fentanil até ao 3º dia de internamento, sem necessidade da mesma posteriormente.

Encontrava-se sob ventilação mecânica com TET nº6 com cuff a 18 cm da comissura labial, em modo SIMV (VC+PS) (Vt 300 ml; FR 12 cpm; Tin 0,9; P 35/11/7; PS 12; FiO2 0,35) até ao 5º dia de internamento. Posteriormente passou a pressão de suporte, tendo à data de alta com os seguintes parâmetros: PS 14; PEEP 6; FiO2 0,21.

A auscultação pulmonar revelava sons respiratórios presentes e simétricos, com crepitações nas bases. Tratava-se de uma paciente com secreções abundantes, com necessidade de realizar cough assist várias vezes ao dia, com pressões de +50 e -50 cmH2O, sempre que SpO2 < 95%.

Após transferência para UCI geral de adultos, foi programada extubação electiva para VNI, por não tolerar prova de ventilação espontânea. Após extubação foi transferida para a unidade de internamento de pediatria onde permaneceu ventilada não invasivamente 24 horas, com o ventilador Vivo 40, máscara facial, modo PS, com os parâmetros: IPAP 20, EPAP 6, FR 16, Tinsp 1,1, a fazer volumes de 250 ml com uma frequência respiratória média de 34 cpm, com FiO2 a 15L/min.

Manteve-se o quadro de secreções abundantes, com necessidade de fazer frequentemente cough assist.

Uma vez que se tratava de uma paciente que não apresentava uma tosse eficaz e com risco de infecções respiratórias frequentes, foi efectuado o ensino de vários cuidados à mãe, tais como a realização do cough assist (mediante interpretação de alguns sinais e sintomas que indicassem a sua necessidade), aspiração de secreções

com sonda e sistema de aspiração (indicada após a realização do cough assist) e cuidados a ter com o ventilador e interpretação de alguns sinais de alarme.

Após um período de treino da cuidadora e indicação de estabilidade do quadro clínico da paciente, foi possível a alta da paciente para uma unidade de cuidados continuados.

DISCUSSÃO

Importância do Fisioterapeuta na Unidade de Cuidados Intensivos

O principal motivo de internamento numa UCI é a falência respiratória, seja qual for a sua origem. O perfil de um paciente nesta unidade é um paciente crítico, com pouca ou nenhuma mobilidade e com várias “portas de entrada” a infecções virais, bacteriológicas e fúngicas. Tanto a imobilização prolongada como o risco de infecções recorrentes condicionam a recuperação do paciente seja qual for a sua condição base.

A fisioterapia apropriada pode diminuir os efeitos negativos e riscos associados ao período de internamento na UCI, permitindo uma redução no tempo de internamento e minimizando os custos nestas unidades. (Gosselink et al 2008)

A intervenção de um fisioterapeuta nestas unidades baseia-se sobretudo na utilização de estratégias, meios e técnicas de exame e tratamento, não invasivas, que têm como objectivo conseguir levar, tanto quanto possível, o doente à situação funcional que tinha antes do episódio de agudização, potenciar a função cardiopulmonar, otimizar as funções musculo-esquelética e neurológica, prevenir os inúmeros efeitos colaterais da imobilidade e do acamamento prolongado, evitar ou reduzir a necessidade de suporte ventilatório mecânico, reduzir a morbilidade, a mortalidade e a demora média na UCI e no hospital.

O paciente deve ser visto como um todo, e não são apenas as intervenções dirigidas ao pulmão que contribuem para a melhor função cardiopulmonar. Também a parte músculo-esquelética está intrinsecamente ligada a este comprometimento.

Deveremos, portanto, intervir nos efeitos da imobilização, da medicação (sedação prolongada), e na insuficiência respiratória de qualquer origem, quer a nível profilático quer a nível terapêutico.

A frequência da fisioterapia na UCI depende do estado clínico do paciente, sendo este (ao contrário de outros locais) muito inconstante, podendo variar em horas ou minutos. Os objectivos específicos do tratamento variam muito frequentemente de acordo com as alterações clínicas que se vão observando e com a tolerância do paciente em cada momento.

Desta forma, será fácil compreender a necessidade de integração de FT na equipa em detrimento de visitas mais ou menos programadas que poderão não corresponder às necessidades do doente.

Estudos referem que um fisioterapeuta respiratório deve trabalhar em conjunto com os médicos numa UCI, sendo crucial a sua intervenção sobretudo no período de intubação e pós extubação imediata, quando as secreções abundantes podem levar a formação de atelectasias e pneumonia. (Mansel and Norman 1990)

Os fisioterapeutas respiratórios têm sido reconhecidos por várias associações como os profissionais de saúde melhor qualificados para avaliar em conjunto com o médico todas as necessidades do paciente respiratório e recomendar e prestar serviços de cuidados respiratórios, tanto a nível hospitalar como domiciliário. **A15.** (Ferdinand P et al 1997) (Spratt and Petty 2001) (ASA 1996) (ACCP-SRC 2005) (CTS 1997)

O fisioterapeuta respiratório, sendo parte da equipa multidisciplinar, tem um papel importante na manutenção da ventilação alveolar adequada através da sua participação activa nas diferentes fases da implementação da ventilação (extubação, adaptação e transferência para casa ou outra unidade), estando envolvidos na monitorização e ajuste da VNI. (Norrenberg et al 2000) (Gosselink et al 2008)

Vários estudos têm relatado a importância do fisioterapeuta nestas unidades, na diminuição das taxas de infecção pulmonar, na preservação/recuperação da função motora, no sucesso no desmame da ventilação mecânica. (Norrenberg et al 2000)

Desta forma, é de extrema relevância que os departamentos hospitalares tenham em conta as recomendações de inúmeras sociedades para a formação de equipas de cuidados intensivos, e a evidência da importância da presença do fisioterapeuta como parte integrante da equipa multidisciplinar nestas unidades.

BIBLIOGRAFIA

(ACCP-SRC) American college of chest physicians section of respiratory care. 2005. Resolution: role of respiratory care practitioners in the delivery of respiratory care services. <http://www.chestnet.org/accp/consensus-statements/role-respiratory-care-practitioners-delivery-respiratory-care-services-revised-april-2005>

(ASA) American society of anesthesiologists. Statement of support for respiratory care practitioners. 1996. www.aarc.org/advocacy/resources/physician_letters/asa_letter.jpg

Bach JR, Niranjana V, Weaver B. 2000. Spinal muscular atrophy type 1: a noninvasive respiratory management *Chest* 117:1100-5.

Bach JR, Saporito LR. 1996. Criteria for extubation and tracheostomy tube removal for patients with ventilatory failure. *Chest* 110: 1566-71

Bach JR, Gonçalves MR, Hamdani I et al. 2010. Extubation of patients with neuromuscular weakness: a new management paradigm. *Chest* 137 (5): 1033-9

Bach JR, Alba A. 1990. Noninvasive options for ventilatory support of the traumatic high level quadriplegic patients. *Chest* 98: 613–619.

Bach JR, Intintola P, Alba AS, Holland IE. 1992. The ventilator-assisted individual. Cost analysis of institutionalization vs rehabilitation and in-home management. *Chest* 101;26-30

Bach JR, Gonçalves MR, Paez S, Winck JC, Leitão S, Abreu P. 2006. Expiratory Flow Maneuvers in Patients with Neuromuscular. *Am J Phys Med Rehabil* 85:105–111

Bach JR, Gonçalves MR. 2006. Pulmonary rehabilitation in neuromuscular disorders and spinal cord injury. *Revista portuguesa de pneumologia* vol. XII (supl1): S27-S44

Baisch SD, Wheeler WB, Kurachek SC, et al. 2005. Extubation failure in pediatric intensive care incidence and outcomes. *Pediatr Crit Care Med* 6:312–318

Brochard L, Rauss A, Benito S, et al. 1994. Comparison of three methods of gradual withdrawal from ventilatory support during weaning from mechanical ventilation. *Am J Respir Crit Care Med* 150:896–903

(CTS) California thoracic society. 1997. Position paper: respiratory care at alternate (out of hospital) sites. http://www.aarc.org/advocacy/resources/physician_letters/cts_paper.html

- Cardenas DD, Hoffman JM, Kirshblum S, McKinley W. 2004. Etiology and incidence of rehospitalization after traumatic spinal cord injury: a multicenter analysis. *Arch Phys Med Rehabil* 85: 1757–1763.
- Coast J, Richards SH, Peters TJ, Gunnell DJ, Darlow MA, Pounsford J. 1998. Hospital at home or acute hospital care? A cost minimization analysis. *BMJ* 316:1802–1806
- Donnelly MJ, Lacey PD, Maguire AJ. 1996. A twenty-year (1971-1990) review of tracheostomies in a major pediatric hospital. *Pediatr Otol Rhinol Laryngol* 35:1-9
- el-Khatib MF, Baumeister B, Smith PG et al. 1996. Inspiratory pressure/ maximal inspiratory pressure: does it predict successful extubation in critically ill infants and children? *Intensive Care Med* 22:264-268.
- Esteban A, Alia I, Gordo F, et al. 1997. Extubation outcome after spontaneous breathing trials with T-tube or pressure support ventilation. The Spanish Lung Failure Collaborative Group. *Am J Respir Crit Care Med* 156(2 Pt 1):459–465
- Farias JA, Retta A, Alia I et al. 2001. A comparison of two methods to perform a breathing trial before extubation in pediatric intensive care patients. *Intensive Care Med* 27:1649-1654
- Ferdinand P, members of task force of the European society of intensive care medicine. 1997. Recommendations on minimal requirements for intensive care departments. *Int Care Med* 23:226-232
- Ferrer M, Esquinas A et al. 2003. Noninvasive ventilation during persistent weaning failure. *Am J Respir Crit Care Med* 168:70-76
- Fessler HE, Brower RG. 2005. Protocols for lung protective ventilation. *Crit Care Med* 22(suppl 3): S223-S227
- Fontela PS, Piva JP, Garcia PC, et al. 2005. Risk factors for extubation failure in mechanically ventilated pediatric patients. *Pediatr Crit Care Med*, 6:166–170
- Fortenberry D, Del Toro J, Jefferson LS, Evey L, Haase D. 1995. Management of paediatric acute hypoxemic respiratory insufficiency with bilevel positive pressure (BiPAP) nasal mask ventilation. *Chest* 108:1059-64.
- Gay PC. 2009. Complications of Noninvasive Ventilation in Acute Care. *Respir Care* 54(2):246–257
- Girault C, Daudenthun I, Chevron V et al. 1999. Noninvasive Ventilation as a systematic extubation and weaning technique in acute-on-chronic respiratory failure: a prospective, randomized controlled study. *Am J Respir Crit Care Med* 160:86-92

Girou E, Schortgen F, Delelaux C, Brun-Buisson C, Blot F, Lefort Y, Lemaire F, Brochard L. 2000. Association of Non Invasive Ventilation with Nosocomial Infections and Survival in Critically Ill Patients. *JAMA* 284: 2361-2367

[Gosselink](#), [R.J. Bott](#), [M. Johnson](#) et al. 2008. Physiotherapy for adult patients with critical illness: recommendations of the European Respiratory Society and European Society of Intensive Care Medicine Task Force on Physiotherapy for Critically Ill Patients. *Intensive Care Med* 34:1188-1199.

International Consensus Conferences in Intensive Care Medicine. 2001. Noninvasive positive pressure ventilation in acute respiratory failure. *Am J Respir Crit Care Med* 163:283–291.

Keidan I, Fine G, Kagawa T et al. 2000 Work of Breathing During Spontaneous Ventilation in Anesthetized Children: A Comparative Study Among the Face Mask, Laryngeal Mask Airway and Endotracheal Tube. *Anesth Analg* 91:1381–8

Khan N, Brown A, Venkataraman ST. 1996. Predictors of extubation success and failure in mechanically ventilated infants and children. *Crit Care Med* 24:1568-1579.

Kurachek SC, Newth CJ, Quasney MW, et al. 2003. Extubation failure in pediatric intensive care: A multiple-center study of risk factors and outcomes. *Crit Care Med* 31: 2657–2664

MacIntyre NR, Cook DJ, Ely EW Jr., Epstein SK, Fink JB, Heffner JE et al. 2001. Evidence-based guidelines for weaning and discontinuing ventilatory support: a collective task force facilitated by the American College of Chest Physicians; the American Association for Respiratory Care; and the American College of Critical Care Medicine. *Chest*, 120(6 Suppl):375S-395S.

Mansel JK, Norman JR. 1990. Respiratory complications and management of spinal cord injuries. *Chest* 97: 1146–1152.

Mehta S, Hill NS. 2001. Noninvasive Ventilation – State of art. *Am J Respir Crit Care Med* 163: 540–577

Motoyama EK. 1996. Effect of positive and expiratory pressure on respiratory mechanics and oxygen saturation in infants and children under general anesthesia [abstract]. *Anesthesiology* 85:A1099.

Newth CJL, Venkataraman S et al. 2009. Weaning and extubation readiness in pediatric patients. *Pediatr Crit Care Med* 10:1–11

Niranjan V, Bach JR. 1998. Noninvasive management of pediatric neuromuscular ventilatory failure. *Crit Care Med* 26:1952-3

Norrenberg M et al. 2000. A profile of European intensive care unit physiotherapists. *Intensive Care Med* 26: 988-994.

Orive, JP. 2009. Manual de Ventilación Mecánica en Pediatría. 2ª Edición. PUBLIMED

Patman S, Sanderson D et al. 2001. Physiotherapy following cardiac surgery: Is it necessary during the intubation period? *Australian Journal of Physiotherapy* 47: 7-16

Randolph AG, Wypij D, Venkataraman S et al. 2002. Effect of mechanical ventilator weaning protocols on respiratory outcomes in infants and children. *JAMA* 288:2561-2568

Reddy VG, Nair MP, Bataclan F. 2004. Role of noninvasive ventilation in difficult-to-wean children with acute neuromuscular disease. *Singapore Med J* Vol 45(5):232-234

Spratt G, Petty TL. 2001. Partnering for optimal respiratory home care: Physicians working with respiratory therapists to optimally meet respiratory home care needs. *Respir Care* 46 (5): 475-488

The Acute Respiratory Distress Syndrome Network. 2000. Ventilation with lower tidal volumes as compared with traditional tidal volumes for acute lung injury and the acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med* 342:1301–1308

Thiagarajan R, Bratton S, Martin et al. 1999. Predictors of successful extubation in children. *Am J Respir Crit Care Med* 160:1562-1566

Vassilakopoulos T, Petrof BJ. 2004. Ventilator-induced diaphragmatic dysfunction. *Am J Respir Crit Care Med* 169:336-34

Venkataraman ST. 2002. Weaning and extubation in infants and children: religion art or science. *Pediatr Crit Care Med* 3:203-205

Yang L, Luo J et al. 2002. Controlled Mechanical Ventilation leads to remodeling of the rat diaphragm. *Am J Respir Crit Care Med* 166:1135-1140

ANEXOS

Anexo A. Protocolo de Desmame

Paciente pronto a iniciar desmame (*ver check list critérios para iniciar desmame*).

Ajuste do PEEP e FiO₂: ⁽¹⁾

Diminuir o PEEP 1 cmH₂O a cada 4 horas, se PaO₂/FiO₂ > 175 ⁽²⁾;

Diminuir o FiO₂ para 0,4 ou inferior quando o PEEP = 5 cmH₂O;

Se SpO₂ < 95% a qualquer momento, aumentar o FiO₂ em 10% e aumentar o PEEP se PaO₂/FiO₂ < 150.

Ajuste da PS ⁽¹⁾

O nível de pressão de suporte é ajustado de forma a atingir um volume corrente exalado de 5 – 7 mL/kg.

A cada 4 horas, diminuir a pressão de suporte 2 cmH₂O

Continuar se o paciente mantiver o volume corrente dentro dos valores pretendidos e diminuir mais rapidamente (mais cedo) a pressão de suporte se o volume corrente se mantiver constantemente acima dos 7 mL/kg.

Se o volume corrente for consistentemente inferior a 5 mL/kg, aumentar a pressão de suporte 2 cmH₂O, até atingir o volume corrente pretendido.

Realizar uma prova de respiração espontânea (PRE)* assim que a pressão de suporte diminuir até 16 cmH₂O e o paciente tolerar este nível durante 2 horas com uma SpO₂ ≥ 95% e uma frequência respiratória de acordo com a idade. (*ver check list critérios para PRE*)

Se a criança falhar a PRE (*ver check list sinais de falha*), verificar se reúne as condições necessárias para inclusão no estudo (*ver check list critérios exclusão*) e iniciar o processo de randomização:

- **Protocolo convencional:** Voltar aos valores de pressão de suporte anteriores, aguardar 4 horas e depois diminuir a pressão gradualmente 2 cmH₂O a cada 4 horas até atingir o nível para nova PRE.

- **Protocolo VNI:** Extubar imediatamente para ventilação não invasiva (VNI) contínua pelo menos durante 24h. Deverá ser usado BiPAP, modo S/T com preferência para a máscara facial ou, caso seja mais adequado, nasal.

***PRE:** **PS=8** **cmH₂O;** **PEEP=5** **cmH₂O**

⁽¹⁾Randolph AG, Wypij D, Venkataraman S et al. Effect of mechanical ventilator weaning protocols on respiratory outcomes in infants and children. *JAMA*. 2002;288:2561-2568

⁽²⁾Sud S et al. Prone ventilation reduces mortality in patients with acute respiratory failure and severe hypoxemia: systematic review and meta-analysis. *Intensive Care Med* 2010, 36; 585-599

Anexo B. Check List e Parâmetros

IDENTIFICAÇÃO

NOME:	Protocolo VNI	<input type="checkbox"/>
IDADE:	Protocolo Convencional	<input type="checkbox"/>
PATOLOGIA BASE:		

CHECK LIST – Requisitos para extubação

Requisitos para extubação		
Requisitos para iniciar desmame	Tempo de ventilação mecânica ≥ 24 horas	
	Temperatura $< 38^{\circ}$ nas últimas 24 horas/ ausência de sinais de sepsis	
	Hemodinamicamente estável	
	Nível de consciência adequado a protecção das vias aéreas/ ECG	
	Ausência de hemorragia activa/ anemia significativa	
	PaO ₂ /FiO ₂ ≥ 175	
	SpO ₂ $> 90\%$	
	FiO ₂ $\leq 50\%$	
Requisitos para PRE	PS = 16	
	PEEP ≤ 5 cmH ₂ O	
	Pressão pico < 20 cmH ₂ O	
	PCO ₂ ≤ 45 mmHg	

PROVA DE VENTILAÇÃO ESPONTÂNEA

Crítérios de exclusão	
Trauma facial/craniano	
Dificuldade de intubação	
Alteração da função glótica	
Traqueostomia	
Sangramento gastrointestinal superior activo	

CHECK LIST

Prova de ventilação espontânea	
PS = 8 cmH2O	
PEEP = 5 cmH2O	
Duração 60 minutos	
Outro? Qual?	

Sinais de falha na PRE	
Sudorese	
Adejo nasal	
Taquipneia (ver quadro valores referência)	
SpO2 < 90%	
Alterações da FC (ver quadro referência)/ arritmias	
Variação de 20% na TA	
Apneia	
pH < 7,32	
Agitação psicomotora	
Incapacidade na remoção das secreções	
Perda do estado de alerta	
Paragem Cardio-Respiratória	

Protocolo VNI

PARÂMETROS

Parâmetros	Final PRE	VNI-1h	VNI-2h	VNI-12h	VNI-24h	VNI-48h
FiO2						
Sat O2						
FR						
FC						
IPAP (cmH2O)						
EPAP (cmH2O)						
pH						
PaO2 (mmHg)						
PaCO2 (mmHg)						
Lactato (mmol/L)						

Sucesso pós extubação às 48h de VNI?		
Em caso de falha/reintubação:	Quanto tempo pós-extubação?	
	Sinais de falha	
	Motivo	
Duração VNI		

Protocolo convencional (2ª tentativa de PRE)

(ver protocolo)

Prova de ventilação espontânea	
PS = 8 cmH2O	
PEEP = 5 cmH2O	
Duração 60 minutos	
Outro? Qual?	

Parâmetros

Parâmetros	Antes PRE	Início PRE	Final PRE (60 minutos)
pH			
PaO2/FiO2			
SpO2			
PaO2			
PaCO2			
HCO3			
Lactato			

Extubação?		
Em caso de falha na PRE:	Sinais de falha	
	Motivo	

	Horas	Data
Internamento UCIP		
Alta da UCIP		
Início Ventilação Mecânica		
Extubação (com ou sem VNI)		
Início VNI		
Retirada VNI		
Reintubação		
Óbito		